

## 텔레로봇의 기술

朴 贊 雄

(正 會 員)

韓國機械研究所 自動制御室長

### I. 개 요

Telerobot는 인간인 조작자가 멀리 떨어져 있는 장치를 제어하는 'Teleoperation'과 프로그램에 의하여 자동적으로 어떤 기능을 수행하는 'robot'의 합성어로<sup>1)</sup> 로봇의 자율성(autonomy)을 향상 시키고 원격 조작 작업의 효율과 조작상의 안전을 개선하는 것이 연구목적이 된다. 이것을 일반적인 로봇의 관점에서 보면 telerobot는 조작자의 명령에 따라 컴퓨터 제어하에서 특정한 자동모드로 사용하는 로봇과 같은 것으로 볼 수 있다. 그러나 원격조작기와 로봇은 기본적인 기계적 개념에서는 대단히 유사하지만 서로 상당히 다른 발전과정을 밟아 왔다.

원격조작은 인간의 동작범위(reach)를 늘리려는 데 목적을 두고 있다. 막대기를 이용하여 식물의 열매를 따든지, 집게를 써서 화덕에서 뜨거운 것을 들어 내는 것들이 원격조작의 원시적인 예가 될 것이다. 이 예에서 막대기나 집게는 원격조작기가 되고 이것을 이용하는 사람이 조작자가 된다.

이와같이 원격조작기는 인간의 손을 확장한 것으로 인간의 의도에 따라 움직여야 하며 원격조작기 시스템은 조작자의 작업능력을 원격환경에 정밀하게 투영시키는 목적을 가지고 개발되었다. 이러한 시스템은 순수하게 기계적인 것이든 서보식이든 인간의 기능을 얼마나 충실하게 흉내낼 수 있느냐가 원칙적인 성능평가의 기준이 된다.

로봇은 이와 다른 목적을 가지고 발전되었다. 대부분의 로봇이 지 침없이 빠르게 작업하고 임금절약 등의 이점을 가져다 주기 때문에 생산직 노동자를 대신하기 위하여 개발되었다. 요컨대 로봇에서는 빠른 동작, 큰 부하용량, 정확한 위치잡기, 열악한 작업

환경에서의 동작신뢰성 확보 등이 중요한 성능평가의 기준이 된다.

이러한 개발 목적상의 차이점 때문에 원격조작기와 로봇 시스템의 기본적인 설계 파라미터도 달라지며<sup>2)</sup> 로봇이 잘 조직된 작업환경하에서 반복적인 일을 프로그램에 의해서 자동적으로 수행하는데 반해 원격조작은 조직화 되지 않은 환경에서 비반복적이며 정교한 작업을 수행하기 때문에 로봇에 비해 훨씬 더 높은 유연성이 요구된다.

원격조작기는 1940년대 원자력이 실용화 되면서 본격적으로 개발되기 시작하였고 1948년 미국 Argonne National Lab.의 R. Goertz 팀이 최초의 기계식 원격조작기 모델 M1을 개발하였다. 이것이 마스터-슬레이브형 원격조작기의 효시가 되었다. 그후 1954년 Goertz팀에 의하여 전기식 원격조작기 모델 E1이 개발되었는데 이것이 최초의 쌍방향서보형<sup>3)</sup> 원격조작기가 된다. '60~'70년대에는 단순한 원자력 이용 분야에서 해저개발, 우주개발 및 군사목적으로 원격조작기의 용도가 급속히 확산되었고 반도체, 전자기술이 크게 발전함에 따라 원격조작기도 컴퓨터 제어를 도입하여 시스템화 하였다. 이 기간에는 산업용 로봇의 개발 보급도 활발하게 이루어졌으며 로봇의 기능에 대하여 처음의 단순한 부품 '집기-놓기' 작업에서 정밀 조립작업이 가능하도록 하고자 하는 노력이 진행되고 있다. 이 과정에서 처음 개발 목적과 용도가 서로 달랐던 원격조작기와 로봇의 연구과제와 목표가 유사하여지고 기술적으로 상호보완적으로 발전하게 되었다. 즉 로봇에서의 위치제어기술, 다중프로세서 제어기술 등과 원격조작기에서의 힘제어기술, 센서이용기술 등이 상호보완적인 기술들이며 컴퓨터

비전, end-effector 센서, 제어시스템 구조, 인공지능, 그래픽 시뮬레이터, man-machine 인터페이스 등의 기술개발에 공동의 과제를 가지고 있다.

이와같이 두 분야의 기술이 상호보완적으로 됨에 따라 두 분야의 기술을 합친 telerobotics라는 신조어가 사용되기 시작하였다. 따라서 telerobot는 원격조작기와 로봇의 특징을 복합적으로 가지고 있는데 각각의 특징은 표 1 과 같이 요약된다.<sup>4)</sup>

II. 텔레로봇 관련 기술

텔레로봇트는 원격지에서 특수한 작업을 수행하는 기계로서 센서를 포함한 제어시스템, 원격작업을 하는 telemanipulator 기구, 위치 이동을 위한 이동 (mobile) 시스템의 세부분으로 구성되며 전체 시스템을 구성하는 관련기술의 연구분야는 그림 1과 같다. 이중 가장 직접적인 것으로

표 1. Telerobot의 특징

Good force-reflecting teleoperator	Good industrial robot
End effector speed 36 in./s	End effector speed 30 to 50 in./s
Friction 1 to 5% of capacity (at expense of increased backlash)	Friction 30 to 100% of capacity
Medium to low backlash	No backlash(at expense of increased friction)
Replica master control	Teach pendant, Keyboard
1 - to 2 -in. deflection at full load	Minimal deflection at full load (.010 to .05 in.)
6 DOF and end effector	4 to 6 DOF and end effector
Bilateral position-position control for force reflection with man in the loop	Force feedback with 6 - axis end effector sensing
Relatively low inertia for minimum fatigue	High inertia for stiffness
Kinematics approximately manlike	Kinematics mission dependent
Accuracy and repeatability not important	Accuracy and repeatability very important
1 : 4 to 1 : 10 capacity/weight ratio	1 : 10 to 1 : 40 capacity/weight ratio
Universal end effector	Interchangeable end effectors

TELEROBOT

End effector speed > 36 in./s  
 Friction close to teleoperator, much lower than robot  
 Backlash close to robot, much lower than teleoperator  
 Replica master control preferable, joysticks and autonomy research possible  
 0.015-in. deflection at full load  
 7 DOF and end effector  
 Billateral position-position control for force reflection  
 Low inertia compared to robots  
 Manlike kinematics for dexterity in teleoperation  
 1 : 4 capacity/weight ratio  
 Universal interface for NASA end-effector research  
 Capacity of 20 lb continuous, 30 lb peak  
 Arm cross section to reach inside 6-in. opening

- 조작자의 조종을 용이하게 하기 위한 텔레비전 영상의 개선
  - 정밀한 작업을 위한 force feedback
  - 유지보수를 용이하게 하기 위한 기구의 modularity 향상
  - 견실한 센서 시스템
  - 통신과 소프트웨어 개발이 용이하게 하기 위한 인터페이스의 표준화
- 등이 이루어져야 할 것이다.
- 텔레로봇을 구성하는 위의 3 부분의 내용은 다음과 같다.

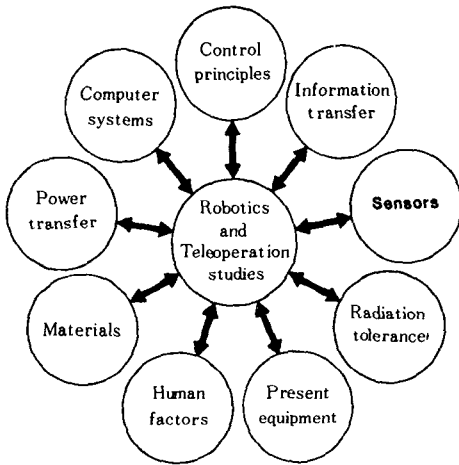


그림 1. 기술분야

1. 제어 시스템

텔레로봇의 제어 시스템은 조작자와 외부 센서 및 컴퓨터 시스템으로부터 오는 지시를 받아 작업을 수행할 수 있도록 쉽게 인터페이스 할 수 있는 구조로 구성되어야 한다. 기본적인 제어시스템의 구조는 그림 2와 같이 구성되며 각부의 기능은 다음과 같다.

- 1) 서보제어기 : 관절레벨에서의 위치, 속도, 토크 제어 및 과부하 감지와 센서 시스템 고장진단
- 2) Human-machine interface I/O processing: 텔레로봇의 동작 시뮬레이션, 조작명령 입력 및 명령의 유효성 판단
- 3) Tack planning and diagnostic processor : 시스템 상태 감시, 특히 긴 시간지연이 존재할 경우 intermediate path를 설계하고 조작자의 의사결정을 도움
- 4) Common memory : 고속 read/write memory 로 각 부분간의 데이터 이송수단이 됨
- 5) Communication processor : Local-remote 간 통신관리
- 6) Path planner and sensory transformer : 센서 정보로부터 관절좌표계로의 데이터 변환
- 7) World sensory feedback system : Vision등 외부 센서로부터 global information을 획득

2. Telemanipulator

Telemanipulator는 원격지에서 실제 작업을 수행하는 부분으로 작업의 내용은 주로 다음의 3 가지이다.

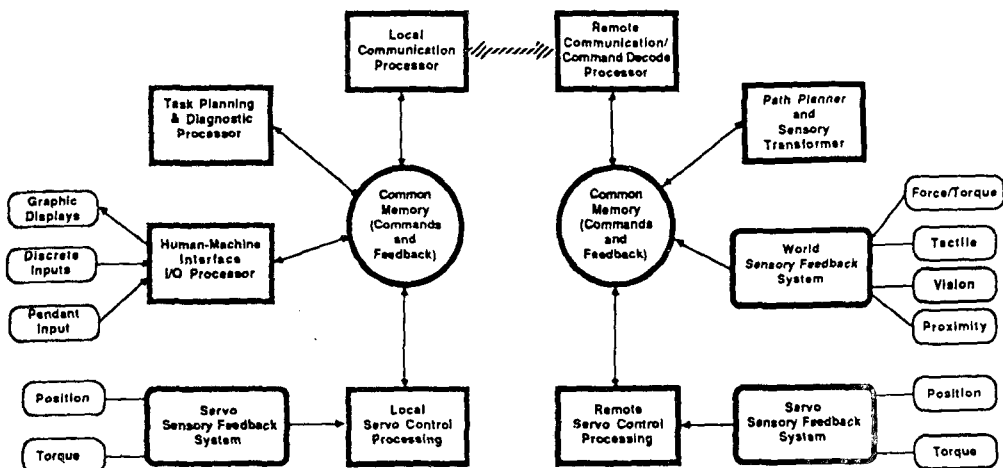


그림 2. 제어시스템의 기본 구성도

- 기계구조의 분해·조립
- 기기, 공구 및 물품의 운반
- 시설물의 운전상태 감시 및 검사

Manipulator의 구조는 작업환경이나 작업대상물이 방사능에 오염되어 있거나 우주공간 등 극한지역이므로 manipulator 자체가 빈번한 보수점검을 요하는 구조이어서는 안되며 불가피한 경우를 대비하여 각 구조를 모듈화하여 분해 조립이 용이하도록 설계되어야 한다.

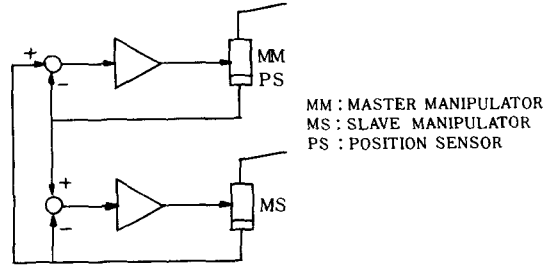
Telemanipulator는 manipulator의 구동방법에 따라 기계식과 서보식으로 분류할 수 있는데 기계식은 조작자의 조종기와 작업용 조작기가 기계적으로 연결되어 구조가 단순하고 제작비도 낮으며 조작자에 대한 조작력 반영(force reflection)의 충실도도 좋다. 그러나 동력 전달상의 한계성 때문에 조작자와 조작기 사이의 거리가 고정되어 telerobot에의 적용은 개념상 불가능하다. 서보식은 서보모터나 유공압장치를 이용하여 작업장에 있는 조작기(slave manipulator)를 구동하는 방식으로 서보방법에 따라 단방향 서보(unilateral servo)형과 쌍방향 서보(bilateral servo)형 manipulator로 분류할 수 있다.

단방향 서보형은 조작자가 조종기의 움직임을 수학적으로 해석하여 작업용 조작기의 서보제어기에 명령을 주는 방식으로 주로 위치 제어 서보가 되므로 일반 로봇 제어방식과 유사하다.

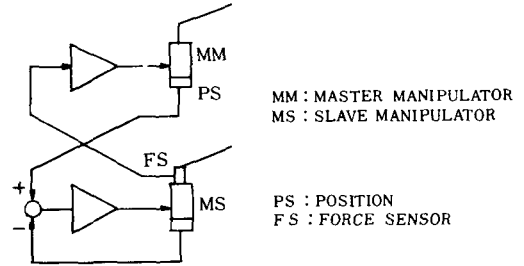
쌍방향 서보형은 manipulator를 master-slave형으로 하여 조작자가 master manipulator를 조작하면 작업장에 있는 slave manipulator가 master manipulator의 움직임을 좇아 움직이면서 작업을 수행하며 이때 slave측에 작용하는 작업력을 master측에 반영시켜 조작자가 작업력을 느끼도록 한다. 조작자는 TV화면을 통한 시각외에 작업력을 감지할 수 있어 정교한 작업이 가능하여진다.

쌍방향 서보방식은 작업력을 반영하는 방법에 따라 position-position방식, force-inverse transmission 방식, position-force 방식의 3가지 기본방식이 있다(그림 3 참조).

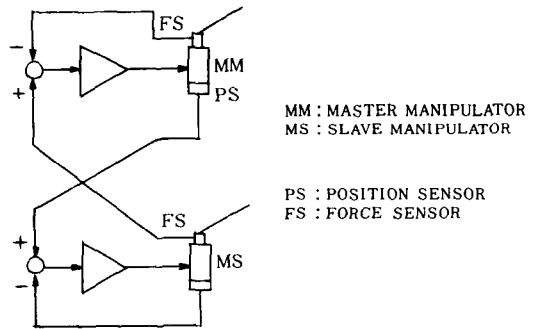
Position-position 방식은 마스터와 슬레이브간의 위치편차를 이용하는 것으로 이 편차에 비례하는 힘을 마스터에 반력으로 작용시킨다. 이 방식은 센서로 encoder와 같은 위치 검출기 만으로 구성할수 있기 때문에 구조가 간단하고 케이블 볼륨도 작다는 장점이 있으나 서보모터와 감속기의 마찰력과 백래쉬 때문에 미세한 위치 편차에 대한 반력정도가 나쁘다는 문제



(a) Position-position형



(b) Force-inverse transmission형



(c) Position-force형

그림 3. 쌍방향 서보의 기본 방식

점이 있다.

Force-inverse transmission 방식은 슬레이브에 가해지는 외력을 스트레인 게이지와 같은 힘센서로 검지하여 마스터에 반력으로 작용시키는 방식으로 힘센서를 사용함으로써 직접적인 힘정보를 처리할 수 있는 장점이 있으나 슬레이브 동작시 관성력도 검출되기 때문에 동작개시 때나 급가감속시 과대한 반력을 받게 되는 문제가 있다.

Position-force 방식은이상의 두 방식의 결점을 보완하기 위하여 마스터와 슬레이브 양쪽에 힘센서를 부착하여 각각의 힘의 차이를 반력으로 삼는다. 동작개

시때나 급가감속시의 관성력은 마스터의 힘센서에도 발생하기 때문에 force-inverse transmission 형에서 발생하는 문제가 해결된다. 마스터-슬레이브간의 위치편차에 관한 정보는 슬레이브 서보 제어기의 명령으로 하여 마스터의 위치를 슬레이브가 추종하도록 한다.

3. 이동 시스템

원격조작기의 보다 넓은 작업 영역이 요구됨에 따라 telerobot의 이동 시스템은 매우 중요시 되고 있으며 그 종류 또한 응용 분야에 따라 다양하다. 그 유형을 요약하면,

- (1) 고가수송활차 (trolley)
- (2) 레일
- (3) 바퀴차 (wheeled vehicle)
- (4)무한궤도차
- (5)다각 보행 로봇트
- (6)흡착이동 로봇트 등

과 같다.

고가수송활차나 레일은 원격조작기의 중량이 무겁고, 그 작업 영역이 한정된 분야에 사용되며, 바퀴차는 평지나 실내발전소등에서 유용하다.

무한궤도차는 습지, 사막, 산지, 혹성표면 등과 같은 비평탄지형에 유용하며, 무한궤도바퀴를 다단으로 구성하여 다양한 자세를 취하고, 원만한 형태의 장애물은 극복할수 있어 여러 분야에 응용되고 있다(참조 그림 4).

또한, 다각보행로봇트는 계단과 같이 심한 굴곡을 갖는 지형을 포함한 비평탄 지형에 유용한 이동기구로

기술적인 측면에서 가장 어려운 문제를 안고 있는 것으로 그 연구 또한 활발하며 Odex I, OSU Hexapod, OSU ASV 등 여러 모델<sup>[6]</sup>이 개발되었다. 그외에도 벽면을 기어오르내릴수록 설계되어 빌딩벽·선박등의 청소 및 도장, 관(pipe) 외부점검·보수 등에 유용한 흡착이동로봇트, 관 내부 검사에 유용한 소형 이동로봇트 등이 이동기구로써 개발되었다(참조 그림 5).

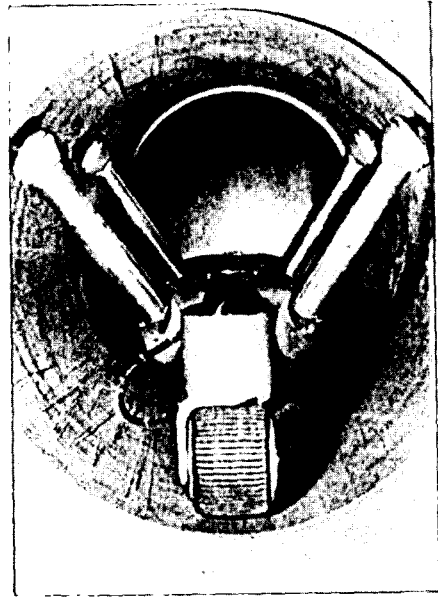


그림 5. MERITE (CEA, FRANCE)

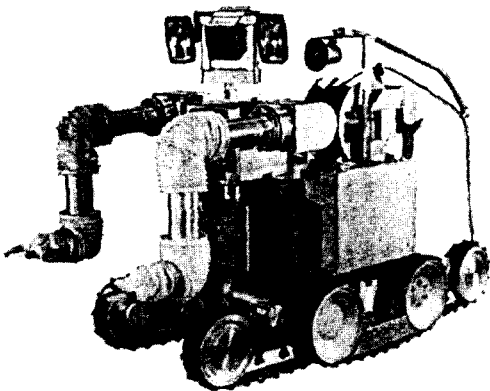


그림 4. ANDROS (REMOTEC, USA)

4. Man-Machine 인터페이스 시스템

Telerobot 시스템은 산업용 로봇트와 달리 조작자가 제어루프 내에 있는 이른바 man-in-the-loop 시스템으므로 조작자와 원격조작기간의 인터페이스는 작업의 원활한 수행에 필수적인 기술이다. 이를 요소기술별로 분류하면 다음과 같다.

- (1) 위치 정보 전달
- (2) 힘 계환
- (3) 스테레오비전 및 영상 계환
- (4) 그래픽 시뮬레이션
- (5) 소리·온도 전달
- (6) 기타 원격조작기 상태 등

두대의 원격조작기를 탑재한 이동형 telerobot 시스템을 가정할 때, 로봇트의 자유도(7×2, Gripper 포함), 두대의 카메라 시스템(2×2), 이동로봇트의

자유도(4, 회전포함)이므로 전체 시스템은 최소 22 자유도 라는 복잡한 제어계로 구성된다.

따라서, 제어계의 구성은 물론 man-machine 인터페이스 시스템의 효율적 구성이 중요하다. 위치정보 전달은 각 축의 구동을 위해 기본적으로 필요하며, 시스템 전체의 현재 위치는 심해나 혹성탐사와 같은 경우에 요구된다.

힘, 3차원적 영상, 소리, 온도 cue환은 조작자가 원격지의 작업 환경을 감지하여 상황 판단·작업 결정을 할 수 있도록 하여 주는 정보로써, 조작자와 원격조작기 간의 거리가 멀수록 더욱 중요시된다.

심해나 우주개발 분야에서는 통신지연 및 정보 분실이 심각한 문제이므로 이를 해결하기 위한 원격조작기 자체의 인공지능은 물론 3차원 비전 영상처리, 정보처리 기술에 의한 정보 복구와 그래픽시뮬레이터를 통하여 조작자가 실시간으로 원격조작기의 동작을 예상할 수 있도록 하는 것이 필요하다.

이러한 정보들은 유선·무선 신호통신으로 가능하며 무선일 경우 원격조작시스템의 신뢰성 및 자율성은 더욱 중요시된다.

### III. Telerobot의 응용

Telerobot의 응용 분야는 그 개발동기에 근거하여 볼 때, 극악한 환경에서의 인간의 작업을 대신하는 분야라 할 수 있다. 즉, 극악한 환경내의 telemanipulator 시스템을 안전한 제어실에서 조작자가 조종하여 작업을 행하는 것이다. Telerobot의 응용 분야는 적용 환경별로 원자력 발전소, 해저, 우주개발등으로 크게 나눌수있다.

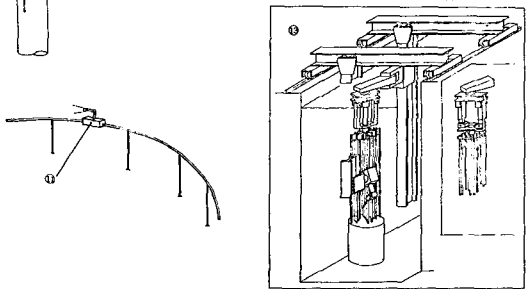
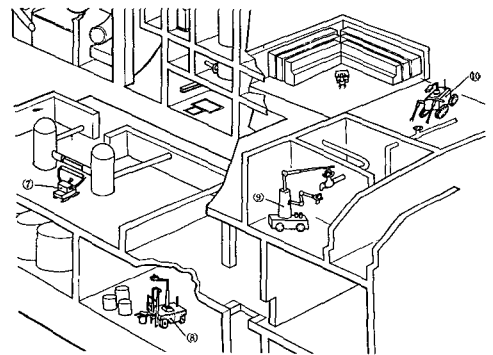
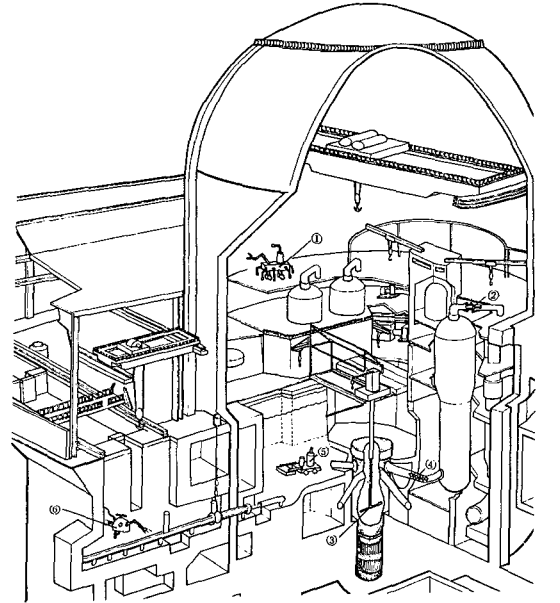
#### 1. 원자력 발전소 응용

이 분야는 다른 분야에 비해 telerobot의 응용이 가장 활발하며, telerobot의 발전체계 또한이 분야에 근간을 두고 있다고 할 수 있다. 발전소의 가동율을 향상시키고, 종사자의 방사선 피폭량을 감소시키기 위해 시험·검사·보수 작업등에 이용되고 있다. 일례로 가압경수로형 원자력 발전소에 사용가능한 telerobot 시스템<sup>1)</sup> 들은 그림 6 과 같다.

#### 2. 해저 응용

해저에서의 응용 분야는 대략 다음과 같다.

- (1) 항만 관련 작업
- (2) 송유관 설치·보수 작업
- (3) 해난구조·인양 작업
- (4) 해저건설 작업



- ① 점검·순찰로봇      ② 배관ISI 로봇
- ③ 수중 작업용 로봇    ④ 배관내 이물질검사 로봇
- ⑤ 수중 '채염' 로봇    ⑥ 수중 감시 로봇
- ⑦ ISI 준비작업 로봇    ⑧ 중량물 운반용 로봇
- ⑨ Sample 채취용 로봇   ⑩ 보수점검용 무선원격 조종 로봇
- ⑪ 발전소 주변감시 시스템   ⑫ 주배기통내 점검 로봇
- ⑬ 연료 내삽물 해체 작업 로봇

그림 6. 가압경수로형 원자력 발전소의 telerobots 응용예상도

표 2. 해저응용분야의 telerobot 시스템 예

유 형	개 발 사 례	비 고
조종자 탑승형	ARMS, WASP, Mantis (USA) 등	해저 500m 이상 잠수 가능형
무인원격 조종형	ERIC II (FRANCE), SCORP I, WSP, CURV III (USA) 등	Cable 연결형
무선원격 조종형	EPAULARD (FRANCE) 등	초음파통신
탐 형	TIM (FRANCE) 등	고층 건조물에 원격조작기 탑재

- (5)조선 및 선박보수 작업
- (6)해저 탐사
- (7)해저 촬영
- (8)해저 농장 등

이러한분야의 telerobot은 미국을 중심으로 한 선진 각국에서 개발된 바 있으며 이들은 유형별로 표 2와 같이 분류된다.

이중 cable에 의한 무인원격 조종 시스템 (ROV) 이 약 34개 모델, 175기 정도<sup>14)</sup>가 세계적으로 개발되어, 해저 응용 분야의 telerobot 시스템 대부분을 차지하고 있다. 이 ROV 시스템의 주요 기술을 요약하면 다음과 같다.

- (1) 위치 정보 캐환
- (2) 작업 및 tool 교환의 사전 계획
- (3) 자동 TV 추적 장치
- (4) 매니플레이터 제어
- (5) Cable에 의한 신호 전송 기술 등

일례로 선체의 청소·도장 작업용으로 개발되어, 벽을 오르내릴 수 있는 보행 ROV 시스템은 그림 7과 같다.

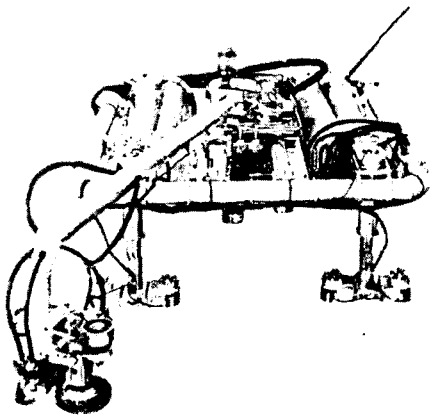


그림 7. Marine Robot (CNM, FRANCE, 1983)

### 3. 우주 개발 분야 응용

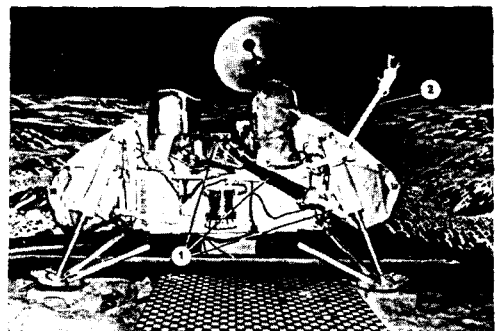
이 분야는 telerobot 시스템과 조작자 간의 통신 지연이 특히 문제시 되기 때문에, telerobot 시스템의 자동 의사결정 기능 및 이동기구가 중요시 되는 분야이다.

응용 분야<sup>15)</sup>로는 인공 위성에 원격조작기 (telemanipulator)를 부착하여 우주 공간내에서의 건설·보수 작업 (NASA 진행중), 흑성 탐사시 sample 채취 및 사진 촬영, 우주왕복선 (space shuttle)에 원격조작기를 부착하여 인공 위성 보수 작업 등이 있다.

일례로 화성에 착륙하여 장시간 광물 채취와 사진 촬영을 수행한 Viking Lander-2 (그림 8)와 달에서의 Surveyor, Lunakod 등이 있으며, 미국 NASA와 캐나다 NRCC가 공동 개발한 SRMS (shuttle remote manipulator system) (그림 9) 등이 있다.

### 4. 기타 응용 분야

상기의 분야 외에도 telerobot 시스템은 여러 분야에 응용되고 있다. 이를 요약하면,



- ① manipulator와 sampler
- ② 측량용 arm

그림 8. Viking Lander-2

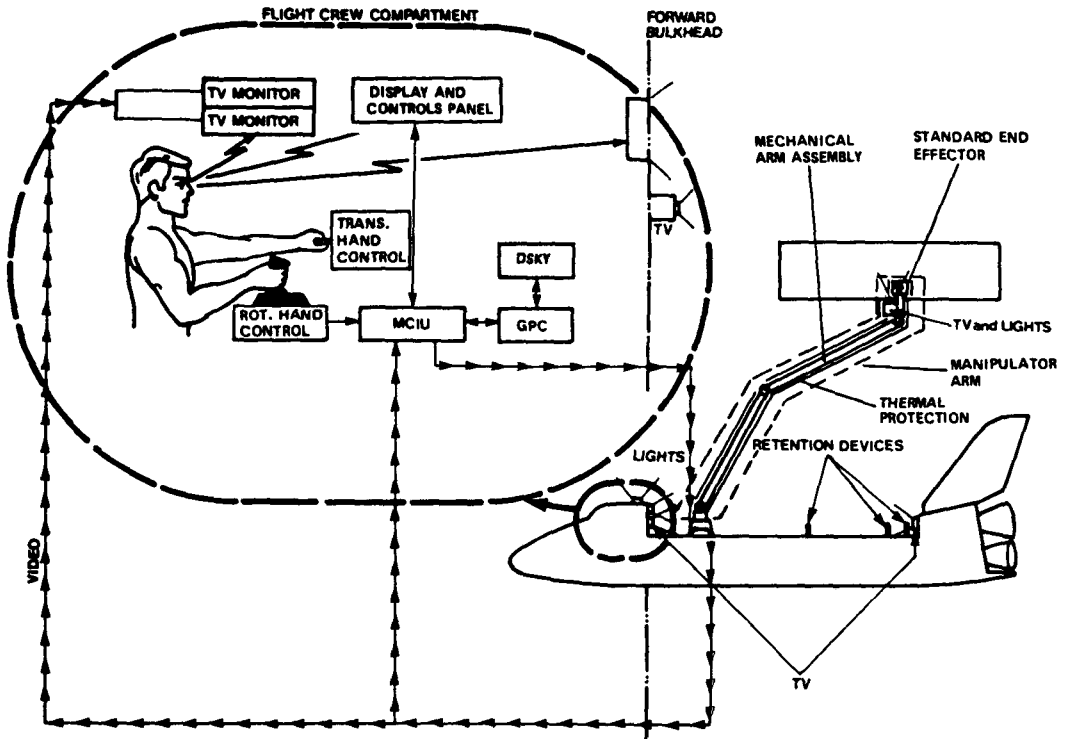


그림 9. SRMS 개념도

- (1) 의료 분야
    - 환자 운반
    - 인공 수족
    - 간호
    - 미세 수술 등
  - (2) 탄광 채굴용
  - (3) 폭발물 제거 작업
  - (4) 독극물 화학 실험용
  - (5) 화재시 인명 구조 작업
  - (6) 건설분야 등
- 과 같다.

IV. 향후 전망 및 결론

Telerobot 시스템의 최종적인 목표는 고도의 유연성 (flexibility)과 지능을 갖춘 시스템이라 할 수 있다. 이는 산업용 로봇의 그것과도 일치하는 것으로 기술이 발전함에 따라 두 분야간의 관계는 더욱 상호보완적으로 밀접해질 것이다. (참조 그림 10)

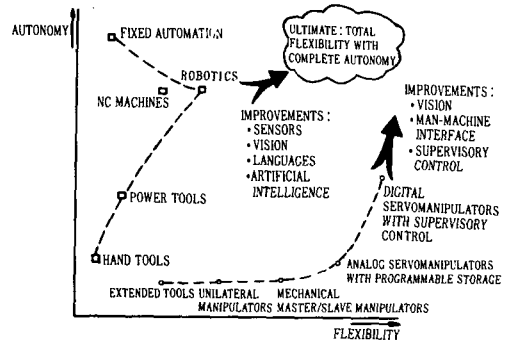


그림 10. Telerobot와 산업용 로봇의 관계

Telerobot의 발전을 위해 필요한 요소기술들을 살펴 보면,<sup>6)</sup> 첫째, 조작자의 부담을 덜어 주기 위한 관리제어 (supervisory control), man-machine 인터페이스 기술이 있고, 둘째, 보다 효율적인 작업수행을 위한 컴



퓨터 정보체제 운용 (data base management)이 있고, 셋째, 보다 정확한 정보를 손쉽게 얻을 수 있는 센서의 개발이 있으며, 마지막으로 많은 양의 정보를 고속으로 정확히 전달하기 위한 통신 기술이다.

이와 아울러 시스템 제작 비용의 절감, 응용 분야의 확장 또한 고려되어야 할 것이다.

이미 선진 외국에서는 50년대 초부터 현재에 이르기 까지 방대한 투자 규모의 국가 차원의 연구 과제를 두어 수백기의 시스템을 개발하였으며, 인간의 보다 나은 미래 사회를 위해 계속 이 분야의 연구가 진행되고 있다.

국내에서도 수년 전부터 한국기계연구소 및 한국과학기술원등에서 기초연구가 진행되고 있으나, 보다 장기적이고 국가적인 연구 개발 추진 체제와 telerobot 시스템의 수요 창출이 더욱 절실히 요구된다 하겠다.

Telerobot 시스템은 컴퓨터, 통신, 제어, 센서, 기계 기술등 첨단 요소 기술의 복합체이므로 이 기술의 중요성은 더욱 강조되고 있다.

끝으로 개괄적인 telerobot 기술에 관한 본고가 이 분야의 발전에 적으나마 보탬이 되었으면 하는 바램이다.

參 考 文 獻

[1] J.J. Fisher, C.R. Ward, and T.F. Schuler, "Development of a Telerobotic System for Handling Constrained Process Equipment,"

Proc. Remote Systems and Robotics in Hostile Environments, pp. 78-85, 1987.  
 [2] H.L. Martin, W.R. Hamel, "Joining Teleoperation with Robotics for Remote Manipulation in Hostile Environments," Teleoperated Robotics in Hostile Environments (H.L. Martin and D.P. Kuban ed.), SME, pp. 3-18, 1985.  
 [3] 김기엽, 박찬용, "마스터-슬레이브형 원격조작기의 쌍방향 서보제어기 제작에 관한 연구," '88한국자동제어 학술회의 논문집, pp. 524-527, 1988.  
 [4] H.L. Martin, D.P. Kuban, "Traction Drive Seven degree-of-freedom Telerobot Arm: A Concept for Manipulation in Space," Proc. Remote Systems and Robotics in Hostile Environments, pp. 135-142, 1987.  
 [5] Jean Vertut and Phillippe Coiffet, ROBOT TECHNOLOGY, vol. 3, Kogan Page, 1984.  
 [6] H.L. Martin and D.P. Kuban, TELEOPERATED ROBOTICS IN HOSTILE ENVIRONMENTS, Society of Manufacturing Engineer, 1985.  
 [7] Industries & Techniques, ROBOTIQUE (FRANCE), 1984.  
 [8] 原子力 フラント作業 ロボット開發に關する 調査研究報告書, 日本産業用ロボット工業會, 1981.

筆 者 紹 介



朴 贊 雄  
 1949年 10月 24日生  
 1969年 3月~1973年 2月 서울공대 전기공학과 학사  
 1977年 9月~1978年 9月 I. N. P. G 자동제어공학 Engineer

1978年 9月~1979年 9月 I.N.P.L(국립 LORRAINE 공대) 자동제어공학 석사  
 1982年 9月 I. N. P. L 자동제어 공학 박사  
 1976年 4月~1976年 11月 한국기계연구소 연구원  
 1978年 9月~1982年 9月 I. N. P. L Research Assistant  
 1983年 3月~1985年 7月 Framatome Research Engineer  
 1986年 5月~현재 한국기계연구소 자동제어실 실장